



# 安平港紅樹林復育三年之研究成果

## 一、前言

高雄港務局近年來積極開發安平港為輔助港，以達成發展高雄港及繁榮台南市之目的，並可促進嘉南地區之均衡發展。惟安平港開發將使港區內之海茄苳(*Avicennia marina*)、五梨跤(*Rhizophora mucronata*) (現已更名為紅海欖 *Rhizophora stylosa*) (呂勝由等, 1999) 及欖李(*Lumnitzera racemosa*) 等三種紅樹林受到影響，因此高雄港務局參考專家學者建議，選定台南市健康路水道北側約 4.6 公頃濕地為紅樹林保育區；該地區原有約 1 公頃林相完整良好之海茄苳，為安平港內海茄苳最大生育地。港務局自 1998 年起委託屏東科技大學及中興大學專家學者，除調查土壤、水質及植群現況等生育地因子外，並以台灣現有之水筆仔(*Kandelia candel*)、海茄苳、欖李、紅海欖等四種紅樹林，另外選擇苦檻藍(*Myoporum bontioides*)、欖楊(*Thespesia*

- ◎游芳來 / 高雄港務局局長
- ◎范貴珠 / 國立屏東科技大學森林系副教授
- ◎葉慶龍 / 國立屏東科技大學森林系副教授
- ◎顏江河 / 國立中興大學森林系助理教授
- ◎許博行 / 國立中興大學森林系教授

*populnea*) 等已列為稀有之紅樹林伴生樹種為材料，試驗研究各樹種之生長特性及復育栽植技術，以完成港區之紅樹林保育工作。

健康路復育區可供栽植面積很小，僅有約 1 公頃漲退潮水位變化大之深水區，另有 0.6 公頃潮水沖蝕及藻類危害最嚴重之淺水區。保護區內尚有水道急駛而過頻繁的機動漁船、漂流之長竹竿及大型廢棄物、家庭廢水、藻類及鷺鳥棲息等逆壓因子，均為復育栽植初期成活率及生長狀況不佳的原因。而各地區之生育地環境差異很大，除土壤、水質及淹水程度不同外，其他如離出海口距離，或靠近漁船進出之水道與否，有無海茄苳保護等，均為影響苗木成活及生長之重要因子。本復育計畫執行二年之初步成果，包括復育區之氣候資料、環

境因子及主要之工作項目已發表於 2000 年第 26 卷第 1 期台灣林業雙月刊(游芳來等, 2000), 本報告擬提出至今三年之主要研究及復育結果, 期盼各界學者專家予以指正。

## 二、海茄莖林分族群結構調查

復育區內原有約 1 公頃之海茄莖族群, 但近二年本樹種之擴展速度相當快, 因此依照林分密度、空間分佈與生長情況、地形環境(如便道、護坡與水道)等之均質性, 由靠健康路內陸向河口之地形變化劃分為四個區域; 除第一區不受海潮及船筏波浪影響外, 其餘三區每日均受漲退潮之影響。定期調查各分區每木之樹高與胸高直徑(或地

際直徑), 並繪出各分區及全區族群結構圖。

研究結果顯示健康路水道之海茄莖族群拓展方向, 係由第一、二區逐漸向河口的第四區方向擴展; 2001 年 1-4 月

照片 1：大部分海茄莖密度高而樹幹呈纖弱狀態



表 1 1998 年及 2001 年各分區之平均胸徑、樹高與密度比較

分區	項目	平均胸徑(cm)	平均樹高(m)	株數	密度(株/ha)	枯死率(%)
<b>第一區</b>						
	1998 年 12 月	5.26 ± 0.28 <sup>a</sup>	3.54 ± 0.15 <sup>a</sup>	224	2100 <sup>c</sup>	
	2001 年 4 月	5.42 ± 1.78 <sup>a</sup>	3.70 ± 0.22 <sup>a</sup>	195	1828 <sup>c</sup>	12.9
<b>第二區</b>						
	1998 年 12 月	5.68 ± 0.28 <sup>a</sup>	3.05 ± 0.10 <sup>a</sup>	472	5800 <sup>b</sup>	
	2001 年 4 月	6.18 ± 0.84 <sup>a</sup>	3.28 ± 0.20 <sup>a</sup>	412	5062 <sup>b</sup>	12.7
<b>第三區</b>						
	1998 年 12 月	3.49 ± 3.46 <sup>b</sup>	1.79 ± 0.11 <sup>b</sup>	2442	9700 <sup>a</sup>	
	2001 年 4 月	3.82 ± 0.32 <sup>b</sup>	1.89 ± 0.45 <sup>b</sup>	2128	8452 <sup>a</sup>	12.9
<b>第四區</b>						
	1998 年 12 月	2.88 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.49 ± 0.05	996	2500	
	2001 年 4 月	3.24 ± 0.21 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.65	992	2490	0.4

註 1：第四區不列入比較，\* 表示地際直徑。

註 2：英文字母為對肯氏多變域分析結果，不同字母表示差異顯著 P < 0.05

調查第一、二區之海茄苳平均胸徑分別為 5.42 及 6.18 cm，平均樹高為 3.70 及 3.28 m，二分區之海茄苳生長並無明顯差異(表 1)。第三區之海茄苳平均胸徑為 3.82 cm，樹高為 1.89 m，林木均呈較纖弱細長狀態。第四區的地理位置較接近河口，而且本區所佔面積最大，海茄苳大部份呈灌木狀，平均地徑為 3.24 cm，平均樹高為 1.56 m。比較各分區 1998 年 12 月及 2001 年 4 月生長資料可知，各分區之海茄苳樹高及直徑生長均相當緩慢。

第一區僅為一排沿魚塭護坡生長之海茄苳，故株數及密度最少，其次為第二區，第三區目前每公頃有 8452 株，林分密度仍然相當大(表 1)。第一、二及第三區之族群結構均呈鐘形曲線，在 5 cm 以下之小苗數量均銳減，顯示這三個區域海茄苳小苗相當少，天然更新情形已屬不佳；尤其在 2 年 4 個月內，此三區之死亡率均達 13% 左右，主要因生育地有限且林齡較大，林冠已鬱閉造成陽光不易透入林內，不



照片 2：1996 年栽植在水道旁之紅海欖稚樹生長極佳

表 2 1996 與 1998 年栽植之紅海欖稚樹在林外與林內之生長差異

形質參數	1996 年 7 月栽植		1998 年 7 月栽植	
	林外	林內	林外	林內
樹高(cm)	197.2	123.0	148.2	105.8
地際直徑(mm)	32.4	23.7	29.2	24.3
葉乾重(g)	721.7	79.1	244.4	58.3
枝條乾重(g)	342.3	33.4	132.8	18.6
主幹乾重(g)	383.7	76.0	171.1	54.4
支持根乾重(g)	678.4	53.0	307.1	26.0
花乾重(g)	8.6	0	1.2	0
胎生苗乾重(g)	26.5	0	0	0
全株總乾重(g)	1861.2	241.5	856.8	157.3

但影響林木之樹高及直徑生長，而且林下被壓木已經逐漸死亡。第四區的族群密度為每公頃 2490 株，本區林木正開始鬱閉，彼此尚未激烈競爭養分及陽光，所以死亡率最低。此區之族群結構則呈近反 J 形曲線，即本區之小苗數量較多，但 2 公分以下小苗數量銳減，顯示

族群更新狀況雖佳，但已急速趨於衰退。若以全區族群結構圖觀之，亦顯示地徑在 2 cm 以下小苗相當少，表示目前整個地區之海茄苳族群衰退速度增加。

### 三、紅海欖復育試驗

#### (一) 淺水區直插胎生苗試驗

本復育區在 1996 年曾因施工便道開闢，所移植之海茄苳大苗成活率低，因此先行移除枯死之海茄苳林木後，當年 7 月於空曠處直插 1280 支紅海欖胎生苗。由於影響紅茄苳屬 (*Rhizophora*) 紅樹林生長之環境因子，主要為地勢狀況及土壤硬度 (Koyama et al., 1996)，因此 2000 年 12 月調查時發現，在靠近水道地形較為開闊處，因能供應陽性樹種所需之光線，而且土壤硬度適中，因此共有 125 株苗木生長特別良好，其直立呼吸根茂盛且完全深入土壤中，生長相當健壯；但由於原有海茄苳幼齡林分擴展速度很快，樹冠逐漸鬱閉而互相接觸，因此林內遮蔭處之紅海欖胎生苗則生長勢很差。

取樣比較林外與林內紅海欖稚樹之形質生長差異結果顯示 (表 2)，胎生苗經過 4 年 6 個月之生長後，在林外開闊地區之稚樹其樹高、地徑及各部位乾重量，均明顯較生長於林內遮蔭者為高。平均樹高為 197.2 cm，地徑為 32.4 mm，較

林內稚樹高約 1.5 倍，總乾重甚至高約 8 倍；而且林外母樹上已長出胎生苗，未來可成為港區復育紅海欖之採種來源 (照片 2)。至於生長於海茄苳林內遮蔭處者，因缺乏充足之陽光，至今仍生長不佳而未具開花結實能力 (表 2)。而且海茄苳樹冠逐漸鬱閉後，目前已成為鳥類棲息的主要地區，林內之紅海欖苗木葉片常沾滿鳥糞，亦可能會降低植株光合作用速率，因此曾進行海茄苳之修枝，以免林木長期被壓而影響生長。

1998 年 7 月在靠近施工便道且無海茄苳保護之空曠處，再度直插 520 株紅海欖胎生苗。由於此區無海茄苳保護且大潮沖蝕也最為嚴重，加上每年夏季海藻繁殖季節時，新植之胎生苗因大量海藻覆蓋而無法萌發新葉。此外，本地區因靠近施工便道旁，垃圾的傷害也最為嚴重，因此胎生苗之死亡率相當高；栽植 2 年後僅存活約 173 株，成活率約 40%。2000 年 12 月亦比較林外與林內苗木之形質生長差異 (表 2)，結果顯示胎生苗經過 2 年 6 個月之生長後，在林外開闊地區之紅海欖苗木其樹高、地徑及各部位乾重量，亦均明顯較生長於林內遮蔭處者為高。平均樹高為 148.2 cm，地徑為 29.2 mm，總乾重較林內者高約 5 倍；取樣調查時林外母樹雖已開花，但尚無

表3 深水區 PVC 管栽植各樹種之成活株數、苗齡、苗高及地際直徑生長

PVC 管高度	樹種	苗齡	成活株數	苗高	地際直徑	平均支持
				(cm)	(mm)	根數
50 cm (施工便道旁)	紅海欖	1 年生	35	43.3	15.3	0
	紅海欖	2 年生	20	66.5	24.8	0
	紅海欖	3 年生	31	82.2	36.4	6.8
150 cm (深水區)	紅海欖	1-2 年生	328	45.5	22.7	0
	紅海欖	3 年生	95	73.6	34.2	4.9
	欖李	3 年生	52	58.7	31.5	無支持根



照片3：施工便道旁 50cm PVC 管紅海欖苗木生長良好  
胎生苗長出，但至 2001 年 6 月底時，已見母樹上懸掛 2-3 支胎生苗。

### (二) 深水區 PVC 管栽植試驗

紅樹林對水深、潮汐及海浪的變動非常敏感，苗木僅能栽種在數公分之淺水處，因此一般在深水區很難以傳統方法成功建造紅樹林，主要即因深水區缺乏苗木早期發育所需之適當環境(Riley and Salgado Kent, 1999; Salgado Kent and Lin, 1999)。本研究首次利用 50 及 150cm 高之 PVC 管在深水區栽植紅海欖、欖李及嫩楊等紅樹林苗木，但復育初期

深水區之環境因子極為惡劣，因此 1998 年 7 月至 1999 年 11 月間，已經過數次補植。而保護區周圍之不鏽鋼圍籬在 2000 年 8 月始架設完成，所栽植之苗木已遭受各種逆壓因子危害長達 2 年之久。

至 2001 年 2 月調查時，深水區各樹種之成活株數、苗齡及生長狀況均不一。深水區靠近施工便道旁因淹水深度較淺，紅海欖胎生苗係栽植在 50 cm 高之 PVC 管內。此區離漁船出入之水道較遠，而且 1998 年 7 月栽植之胎生苗較健壯，此 3 年生苗木共有 31 株，平均苗高為 82.2 cm，平均地徑為 36.4 mm，而平均已長出支持根 6.8 支(表3)；而後陸續補植紅海欖胎生苗，目前苗齡為 1-2 年生，在便道旁淺水區共計有 55 株，但至今尚未長出支持根(照片3)。

1998 年 7 月在離施工便道稍較遠但較深水處，將紅海欖胎生苗栽植在 150 cm 高 PVC 管內，共計栽植 750 株；惟惡

劣的環境逆壓造成苗木幾乎全部死亡，因此再於1998年11月補植150株紅海欖胎生苗。2001年2月調查時，此種3年生苗木共成活95株，平均苗高為73.6 cm，平均地徑為34.2 mm，而平均已長出支持根4.9支(表3)；雖然苗木已長出直立支持根，但因水深過高，因此支持根仍未接觸底層土壤。2001年3月選取一株苗木，切開PVC管觀察根系，發現主根佈滿在管內，但根系生長亦受限於管徑大小(照片4)；而後將整株苗木破壞



取樣，觀察主根系雖已接觸土壤，但仍須一段時間始能深入底土內。苗木生長與50cm PVC管者

照片4，深水區150cm PVC管紅海欖苗木之支持根尚未深入底土中



照片5：深水區紅海欖PVC管苗木約50%被啃食形蟲



照片6，被紅海欖苗木已見新葉萌發

相較，因根系較晚接觸土壤以利養分吸收，因此各項形質生長均較差(表3)。另外，經多次補植後，目前深水區栽植於150cm PVC管內之1-2年生紅海欖苗木，共計328株，至目前尚未長出支持根。

2001年6月初發現深水區PVC管所栽植之紅海欖，約有1/2受到小白紋毒蛾幼蟲嚴重危害，幼蟲咬食葉肉及下表皮，所剩之上表皮呈現枯紅色，甚或葉片全部掉光(照片5)。欖李則受青枯葉蛾幼蟲危害甚為嚴重，深水區PVC管之欖李整株葉片被吃光，僅剩枝條類似枯死

狀態，與前一季綠意盎然景觀截然不同。Farnsworth和Ellison (1991)指出昆蟲危害紅樹林程度與潮高、葉片結構、化學成分、養分含量、年齡及光度有關。一般紅茄苳屬紅樹林位於較高潮線者受害較嚴重(Ellison and Farnsworth, 1993)，或淹水的葉子會因暴露時間較短，而受害程度較輕(Stowe, 1995)。本研究在深水區以PVC管栽植之紅海欖苗木受損嚴重，一方面為苗木具有幼嫩多汁葉部，而且架高PVC管栽植，每日二次的漲潮並未淹沒葉部，因此受害情形嚴重。

1996年及1998年在原有海茄苳林內混植之紅海欖及欖李稚樹，生長情形仍然健壯而未嚴重受害，則可能因葉齡愈大時，養分含量會降低，但是組織內所溶解二次產物增加(Farnsworth and Ellison, 1991)，或者成熟樹體之單寧含量較多(Anderson and Lee, 1995)，而使食草動物減少味覺上的吸引，因此受害程度較輕。2001年7月初觀察PVC管苗木恢復情形，發現遭啃食之幼苗已開始萌發新葉(照片6)，爾後是否能恢復生長抑或逐漸枯死？則仍須繼續觀察。

### 三、欖李復育試驗

第一期復育計畫考慮欖李屬於無呼吸根且較靠內陸之樹種，因此需栽植在淹水較少且低鹽度的地區(范貴珠，2000；游仁正、許博行，2000)；惟健康路復育區可供栽植的地區相當有限，僅剩0.1公頃較空曠之淺水區，而此區之沖蝕情形相當嚴重，以致原有之海茄苳亦無法順利進行天然更新。而第一期計畫僅能在此惡劣環境中，進行各種欖李之復育工作。茲將各項試驗迄今之結果分述如下：

#### (一) 欖李苗木春季栽植試驗

Lewis和Streever (2000)曾指出栽植較大的紅樹林苗木樹冠並不會提早鬱閉，而且大苗木較一年生苗木貴約10倍，雖然終年均適合栽植，但仍以春植為佳。本試驗在1998年5月將事先經1.0% NaCl鹽分馴化培養之苗木，在復育區內共計栽植80株。惟栽植後適逢藻類大量繁殖季節，若無海茄苳保護之苗木，被藻類覆蓋之情形相當嚴重，成活率僅約50%；但有海茄苳保護之欖李苗木，若生長良好者，第一年之苗高可達110



照片7：需持續觀察林分疏開後，欖李之生長是否能恢復

cm，地徑為 38.1 mm，而且即有開花結實現象；由此結果建議今後在健康路之復育技術上，欖李不宜採用大苗移植方式。

目前復育區之海茄荖幼齡林分擴展速度很快，樹冠已達鬱閉狀態而互相重疊，導致遮蔭下之欖李苗木被壓而生長不良。2001 年 2 月調查欖李苗木經 3 年生長後，目前平均苗高為 145.2 cm，地徑為 42.6 mm。與第二年相較，生長量明顯並未增加，主要是受上層樹冠遮蔭及林內大量垃圾堆積之影響所致。2000 年 12 月時曾進行海茄荖修枝工作，苗木是否會因獲得充足陽光而順利生長，則必須繼續觀察(照片 7)。

#### (二) 欖李 PVC 管栽植試驗

本研究區目前為台灣首次應用 PVC 管栽植之示範區，國外類似方法係以大紅樹為材料(Riley and Salgado Kent, 1999; Salgado Kent and Lin, 1999)，尚無栽植其他紅樹林樹種之相關研究。本研究在 1999 年 3 月以 50 cm 高之 PVC 管，於空曠淺水區栽植 260 株欖李苗木。由於 PVC 管架高，藻類及垃圾之危害明顯比直接栽植於土壤者要少，因此初期成活率高達 90.8%，而且苗木生長良好。惟此區屬於沖蝕最為嚴重的地區，每月大潮之強動力通常導致 PVC 管

嚴重傾倒(照片 8)。欖李苗木倒伏於爛泥中，PVC 管即使經人工扶正，但苗木葉片已沾有大量污泥而無法正常生長。此區又位於施工便道旁，民眾丟棄之垃圾大部份均漂流至此，常壓毀此區之復育苗木。2001 年 2 月調查欖李 PVC 管苗木成活 95 株，平均苗高為 68.8 cm，地徑為 25.6 mm。苗木雖然已具有開花結實能力，然管內根系已產生盤根現象；由於欖李屬於淺根性樹種，根系無法伸展出管外往土壤底層生長，所以地上部生長量無法明顯增加。2001 年 3 月已將苗木由 PVC 管中拔出，栽植於有海茄荖保護之地區，擬持續觀察生長是否能恢復。

#### 四、水筆仔、苦檻藍及嫩楊栽植試驗

本計畫第一年以復育受安平港開闢影響之紅海欖及欖李為主，進行各項栽植試驗後，所剩之空地更為有限。1998 年 10 月至 1999 年 3 月間以 50 cm 高之 PVC 管，在環境更為惡劣地區栽植水筆仔、苦檻藍及嫩楊等小苗。而栽植季節、栽植地點或有不海茄荖保護等，均為影響栽植苗木成活及生長之重要因子。至 2001 年 2 月調查時，各樹種之生長情形簡述如下：

##### (一) 水筆仔栽植試驗

1999 年 3 月及 8 月共計栽植水筆仔約 200 株，雖栽植位置多位於沖蝕嚴重之淺

水區，亦或在泥濘且污染嚴重之地區，但因多為PVC管栽植之苗木，因此苗木生長情形尚稱良好。栽植一年二個月後，平均苗高為43.8 cm，平均地徑為17.6 mm，少數生長較佳者已具有開花能力。至今因復育區栽植之苗木過於茂密，無法計算實際成



照片8：淺水區為沖蝕最嚴重地區，大雨常導致PVC管苗木傾倒

活株數，大致估計約成活120株，平均苗高為45.5 cm，平均地徑為22.3 mm。由於水筆仔較不耐高鹽分環境(Hwang and Chen, 1995)，且為無呼吸根之紅樹林(Tomlison, 1994)，苗木根系生長亦受限於PVC管內，因此苗高並未明顯增加，但地徑生長增加則較明顯。

### (二) 苦檻藍栽植試驗

由於本樹種為樹形優美之常綠性灌木，若能在復育區栽植成功，則將呈現優美且多樣性景觀。混植在海茄林內之苦檻藍PVC管苗木，在2000年5月調查時約成活80株；但因生育地鹽度過高，因此苗木生長受限，葉片較小而且成肉質狀態。至2001年2月調查時，全區成活苗木約45株，平均苗高為70.0 cm，平均地徑為15.7 mm。苗木枝條呈

徒長狀態，但在2月時已有開花結實現象。惟此樹種雖常大量結實，但會因某些未知因素而無法發芽(范貴珠、蕭如君, 1997)。

### (三) 嫩楊栽植試驗

1998年10月及1999年3月所栽植之嫩楊小苗，大部份因藻類覆蓋而死亡，存活苗木初期生長尚佳，但本樹種生長較緩慢；至2001年2月調查時，平均苗高為93.0 cm，平均地徑為17.7 mm，生長勢並未明顯增加；表示本樹種初期生長較緩？或不適合在此淹水、鹽度高、藻類及污染嚴重地區生長？則有待持續觀察。

由於三種樹種之根系均受限於PVC管內而造成盤根現象，因此在2001年3月取出PVC管苗木直接栽植於土壤內，

爾後將定期觀察苗木生長情形。

## 五、結論與建議

本研究以台南市健康路水道進行紅樹林復育工作，最終目的期能復育歧異度大之紅樹林生態系。健康路紅樹林可供復育栽植之面積有限、機動船隻出入頻繁、竹籬損毀、藻類危害嚴重及鷺鳥棲息等惡劣環境，使得復育初期苗木成活率僅約 20% 左右。三年間研究人員不斷嘗試各種栽植方法並多次補種苗木，而高雄港務局及安平港分局相當重視保護區之管理工作，已設立醒目之紅樹林保育區標誌(照片9)；除定期雇工清理大量垃圾外，港區巡警亦加強巡邏保護區，因此目前各復育及栽植樹種之成活率尚稱良好；然保護區內仍有許多逆壓因子對已成活苗木有相當威脅，因此近期應加強之經營管理工作包括：

一、由於紅樹林為生長快速之陽性樹種，國內學者長期主張保育而禁止砍伐之保守作法，以致健康路海茄苳族群

因密度過高而呈逐漸衰退現象。雖在 2000 年 12 月曾對部份區域進行修枝及林相整理工作，使林下復育苗木順利生長及避免病蟲害蔓延，但各樹種在解除上層壓力後又迅速生長，各栽植樹種已漸呈過密狀態(照片 10)。而目前在林內尚有許多鷺鳥棲息繁殖，基於林木生理及鳥類保育觀點，因此需俟秋冬季節時進行疏伐或修枝作業。

二、深水區復育苗木在 6 月份遭受毛蟲嚴重危害，葉片幾乎被啃食殆盡，但國外研究認為毛蟲為紅樹林生態系有機養分循環之一員，若危害嚴重時才會影響樹冠結構，因此並未見相關防治報告。此外，需顧及本區常有泰勞撈魚食用及附近漁民之養殖業，為避免意外及糾紛起見，並未採取化學藥劑防治方法。日後仍需繼續觀察苗木生長情形，以免復育成果毀於一旦。

三、本年度鷺鳥繁殖季節來臨時，其棲息繁衍地已由原來入口處海茄苳成熟林分，逐漸向鬱閉幼齡林分處遷移。而入口處成熟林木可能因堆積多年鳥糞，較纖弱者已逐漸枯死，幼齡林分則在冬季可見相當嚴重之病蟲害，因此鷺鳥棲息是否會影響土壤養分、病蟲及林木生長，實有繼續監測研究必要。

四、管理單位雖然費心雇工清理大

照片 9。健康路水道設有醒目之紅樹林保育區標誌



量垃圾及加強巡邏保護區，但短期間內仍出現相當多垃圾。面對民眾公德心無法立即提昇情況，僅能建議在人力及經費許可下密集清理污染物，以防範辛苦栽植之紅樹林幼苗被破壞。

五、本保護區因所復育苗木生長良好，遠眺原有之海茄苳及深水區成活之紅樹林，已形成優美之水上森林景觀。目前已為台南市民眾休憩賞鳥場所，未來若假日賞鳥人潮增加，則應研擬相關管理辦法。

六、保護區雖設有警告標語，但成效並不大，因此建議未來應編列經費，將港務局復育紅樹林之苦心與歷程，設計圖文並茂之解說資料適時宣傳，以激發民眾對紅樹林生態之保育意識。

七、國外紅樹林學者認為紅樹林生態系一旦復育完成之後，需持續模擬及維持生態系的過程。各項作業與一般森林計畫相同，主要包括定期進行生育地航空照相、監測紅樹林樹種之發育、生長機能及特徵；記錄苗木的死亡狀況、有害生物及病害、放牧、砍伐、魚塢及釣魚狀況之影響；調整苗木及稚樹之適當密度、評估復育計畫費用、復育後紅樹林生態系之特性及測定復育計畫成功之標準等。一個小的復育計畫通常需要模擬監測2-3年，甚至需10年時間；對



照片 10，海茄苳幼齡林混植之紅海欖、覆草及鐵掃把呈過密狀態

於大範圍的復育造林計畫，則可能需模擬30年時間。因此建議本保護區後期之監測模擬計畫，仍須投入相當多的人力與經費，以免辛苦復育成果無法維持。

## 六、致謝

本復育計畫感謝港務局環保所黃兆平主任、王石樹先生、安平港分局王殿柱局長、王徽台先生等鼎力支持，並感謝港務局相關同仁及二校森林系同學之協助，特此申謝。

## 七、引用文獻

(略，若有需要請逕洽作者)

